

Dr.-Ing. Georg Ulrich · Zum Brunnetobel 6 · 88299 Leutkirch

Gemeindeverwaltung  
Gutzell-Hürbel  
Kirchberger Str. 8

88484 Gutzell

Geot. Modellierungen

Baugrund Geologie  
Hydrogeologie Altlasten  
Bodenmechanisches Labor

Grundwassermodellierungen  
2D 3D instationär

Spannungs- und  
Verformungsberechnungen  
im Baugrund  
mit elasto-plastischen  
Stoffmodellen

Baugrundsynamik

Gründungsplanung  
Grundbaustatik

Pfahlintegritätskontrolle  
Pfahlprobelastung  
Erschütterungsmessungen

Geophysik

Sachverständigengutachten

Geografische Informations-  
Systeme (GIS)

[www.ulrich-geotechnik.de](http://www.ulrich-geotechnik.de)

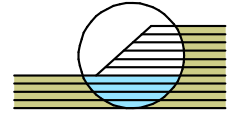
Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Dipl.-Geol. Mikko Winkler Dr.-Ing. Peter Beutinger	0 75 61/98 63-28 -13	0706021LTK	37018	14.08.2007

## Baugebiet „Am Ziegelstädele“, Gutzell

### Baugrund- und Gründungsgutachten

<b>Inhalt</b>	1	Motivation
	2	Geomorphologie, Schichtenfolge
	3	Baugrundbeschreibung, Bodenkennwerte
	4	Grundwassersituation
	5	Gründung, baubegleitende Maßnahmen

<b>Anlagen</b>	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Lageplan Baugrundaufschlüsse
	2.1-3	Baugrundprofile
	3.1-15	Bodenmechanische Laborversuche Wassergehalt, Kornverteilung, Konsistenz, Glühverlust, Flügelsondierung
	4.1-5	Sickerversuche SG1, 2, 4-6/07
	5.1-5	Bohrkernfotografien BK1-5/07
	6.1-17	Einzelblattdarstellung Baugrundaufschlüsse



## Unterlagen

- U1 Geologische Karte, Blatt 7825 Schwendi, Maßstab 1 : 25.000, Landesvermessungsamt Baden Württemberg, Stuttgart (1992)
- U2 Geologische Karte, Blatt 7826 Kirchberg, Maßstab 1 : 25.000, Geologisches Landesamt Baden Württemberg, Freiburg i. Br. (1994)

## 1 Motivation

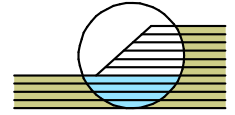
Die Gemeinde Gutenzell beauftragte das Baugrundinstitut des Unterzeichners mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens für die Erschließung des Baugebiets „Am Ziegelstädele“ in Gutenzell.

Zur Erkundung des Untergrunds wurden während des Zeitraums vom 06.07. bis 13.07.2007 folgende Geländeuntersuchungen durchgeführt:

- 7 Baggerschürfe SG1-7/07
- 5 Sickerversuche in den Schürfgruben SG1, SG2, SG4, SG5 und SG6
- 5 Rammsondierungen DPH1-5
- 5 Rammkernbohrungen BK1-5/07 (DIN 4021, Kerndurchmesser 100, Bohrlochverrohrung 194 mm)
- Ausbau der Bohrungen BK1/07 und BK3/07 zu Grundwassermessstellen, Lichte Weite 4"
- Ausbau der Bohrungen BK2/07 sowie BK4-5/07 zu Grundwassermessstellen, Lichte Weite 2"

Sowohl die Rammkernsondierungen als auch die Rammkernbohrungen wurden von der Moräne Bohrgesellschaft Dr.-Ing. Ulrich abgeteuft; die Baggerschürfe wurden durch die Fa. Kunz, Rot an der Rot, ausgeführt. Die Aufnahme der Schürfgruben oblag dabei dem Baugrundinstitut des Unterzeichners.

Die Lage der Aufschlüsse kann beiliegendem Lageplan, Anlage 1.2, entnommen werden. Die aus den geotechnischen Profilen, Anlagen 2.1-3, ersichtlichen Ansatzhöhen wurden durch die Fassnacht Ingenieure GmbH, Bad Wurzach/Arnach, eingemessen.



## **2 Geomorphologie, Schichtenfolge**

### *Morphologie*

Die Ortschaft Gutenzell befindet sich südlich von Schwendi bzw. westlich von Kirchberg an der Iller und liegt an den Talhängen des Fließgewässers der Rot. Bei dem geplanten Erschließungsareal handelt es sich um eine landwirtschaftlich genutzte Fläche (Grünland), die im Nordwesten von Wohnbebauung begrenzt wird.

Vom Hochpunkt des Gebietes im Süden (ca. 558,00 m ü NN) fällt das Gelände um rund 11 m nach Norden bzw. Nordosten ab.

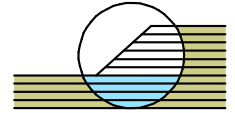
Die Formung des Erscheinungsbildes der heutigen Morphologie erfolgte im Verlauf des Quartärs und resultiert aus dem steten Wechsel zwischen Sedimentation und Erosion. Der Wechsel von Moränen- und Schotter-sedimenten ließ auch unterschiedliche Formen im Zuge der Abtragung entstehen: Kuppen, flache Wälle und kuppige Flächen in den Moränengebieten bzw. ausgedehnte Flächen in den Schotterfeldern.

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet werden von tertiären Ablagerungen des Süddeutschen Molassetroges bestimmt. So hat die Obere Süßwassermolasse (OSM) im zu erschließenden Baugebiet eine weite Verbreitung und wurde in den Bohrungen stets erschlossen. Aufgebaut wird die Obere Süßwassermolasse von Feinsand sowie tonigem Schluffstein. In der Ausprägung als Schluffstein wirkt die Obere Süßwassermolasse als Wasserstauer unter den quartären Lockergesteinen und bildet Quellhorizonte.

Die über der Oberen Süßwassermolasse lagernden Horizonte werden von Schottern der Mindelzeit gebildet, die sich überwiegend aus Kies und Sand zusammensetzen bisweilen aber auch stark verlehmt sein können.

Über den Schottern der Mindelzeit folgt eine schluffige, sandige bis schwach kiesige Deck-schicht. Im südöstlichen und nördlichen Bereich des Untersuchungsgebiets folgen über den Kiesen Bereiche mit Verwitterungs- bzw. Tallehm, in die bisweilen anmoorige Horizonte eingeschaltet sein können. In dem Fall handelt es sich um dunkel gefärbten Schluff mit feinsandigen bis feinkiesigen Beimengungen.

Die zuoberst lagernde Schicht besteht aus anthropogenen, sandigen bis kiesigen Auffüllungen,



in die mitunter Ziegelbruchstücke eingeschaltet sind.

Entsprechend der oben geschilderten geomorphologischen Situation wurde bei der Baugrund-  
erkundung mittels Schürfgruben und Rammkernbohrungen unter der Mutterbodendecke fol-  
gendes Grundsatzprofil erschlossen:

<b>Mutterboden</b>	:	<b>Rezent</b>
<b>Auffüllungen</b>	:	<b>Rezent</b>
<b>Verwitterungsdecke</b>	:	<b>Quartär</b>
<b>Tallehm</b>	:	<b>Quartär</b>
<b>Schotter der Mindeleiszeit</b>	:	<b>Quartär (Pleistozän)</b>
<b>Obere Süßwassermolasse</b>	:	<b>Tertiär</b>

### 3 Baugrundbeschreibung, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtenansprache, die im Baugrundschnitt (Anlage 2.1) dargestellt ist, werden  
die bautechnischen Eigenschaften der Bodenschichten wie folgt beurteilt:

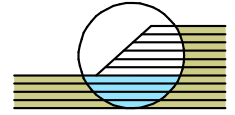
#### **Mutterboden, Auffüllungen**

Die braune bis dunkelbraune Mutterbodendecke (durchwurzelt, schwach schluffig bis schluffig,  
schwach sandig, (schwach) fein- bis (schwach) grobkiesig, schwach humos) besitzt eine Mäch-  
tigkeit zwischen 0,2 m und 0,5 m. Einschaltet sind z.B. in den Bohrungen BK1-3/07 und der  
Schürfgrube SG7 Ziegelbruchstücke. Zur Bewertung der Leistungsfähigkeit des Oberbodens  
(Speicherung von Pflanzennährstoffen) ist die Kationenaustauschkapazität KAK anhand des  
Leitfadens für Planung und Gestattungsverfahren, Heft 31 des Umweltministeriums Baden-  
Württemberg, Tafel 2 abgeschätzt worden. Aus der Kornverteilungskurve (Anlage 3.4) ergibt  
sich ein Tongehalt von 2,0 %. Der Humusgehalt wurde anhand der Bestimmung des Glühver-  
lusts (siehe Anlage 3.13) zu 6,8% bestimmt. Hieraus ergibt sich mit der Formel

$$KAK_{\text{pot}} = 46 + (3,4 \times \text{Ton (\%)}) + (8,6 \times \text{Humus (\%)})$$

ein Austauschpotential von

$$KAK_{\text{pot}} = 111,3 \text{ mmol/kg}$$



Bezogen auf eine Schichtdicke von 0,4 m und eine Wichte von 1,55 kg/dm<sup>3</sup> ergibt sich eine

$$KAK_{\text{pot}} = 69,0 \text{ mol}_c/\text{m}^2$$

woraus mit dem oben genannten Leitfaden der Oberboden in die Bewertungsstufe 2 – Menge der austauschbar gebundenen Kationen bis 100 mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup> - mit geringem Nährstoffangebot einzustufen ist.

Der Mutterboden wird stellenweise durch schluffige Auffüllungen (BK2-5/07), die Ziegelbruchstücke enthalten, unterlagert. Diese Auffüllungen erreichen Tiefen bis rund 1,0 m unter derzeitigem Gelände.

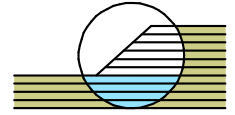
### **Verwitterungsdecke / Verwitterungslehm**

Die Schichten der Verwitterungsdecke reichen bis in Tiefen von 2,2 m unter GOK (SG4/07). Es handelt sich zum einen um einen graubraun bis braun gefärbten sandigen Schluff mit einem lokal variierenden Kiesanteil von schwach bis stark kiesig. Die Konsistenz der bindigen Fazies streut von breiig bis steif. Die Verwitterungsdecke stellt sich als frostgefährdeter, gering tragfähiger Untergrund dar. Des Weiteren sind hell- bis dunkelbraune Fein- bis Grobkiese mit wechselnden Sand- und Schluffbeimengungen anzutreffen. Der Schluffanteil tritt bisweilen stärker in den Vordergrund und verleiht dem Korngemenge der Verwitterungsdecke (in diesem Fall „Verwitterungskies“) so einen lehmigen Charakter.

### **Tallehm**

Der im Untersuchungsgebiet aufgeschlossene Tallehm ist ein Schluff von (grünlich-, blau-) grauer bis dunkelbrauner und lokal schwarzer Farbe. Es ist ein (schwach) sandiger, fein- bis grobkiesiger und bisweilen schwach toniger bis toniger Schluff. In die Tallehmhorizonte eingeschlossen sind lokal organische Beimengungen und Pflanzenreste. Bisweilen lässt sich auch von einem (schwach) anmoorigen Charakter sprechen, der eine Erklärung für die vereinzelt vorhandene schwarze Farbgebung liefert. Dieser anmoorige Zwischenhorizont stellt sich als stark humoser Schluff von weicher bis steifer Konsistenz mit Feinsandanteilen dar.

Die Tallehme erreichen Schichtstärken bis ca. 2,3 m (SG3/07). Sie wurden in Tiefenlagen zwischen 0,6 m und 4,7 m angetroffen. In seiner Konsistenz reicht der Tallehm von breiig bis steif.



### **Kiese / Sande der Mindeleiszeit**

Die Fein- bis Grobkiese der Mindeleiszeit sind fein- bis grobsandig und variieren in ihren feinstkörnigen Beimengungen von schwach schluffig bis sehr stark schluffig. Die farblichen Abstufungen bewegen sich zwischen grau und braun. In den Schürfgruben SG4/07 und SG5/07 wurden diese Schichten bis zum Erreichen der Endtiefe nicht erkundet. In den übrigen Aufschlüssen liegen die erschlossenen Schichtmächtigkeiten zwischen wenigen Dezimetern (SG3/07) und 5,8 m in BK5/07, wo die Kiese einen schluffig gebundenen Charakter aufweisen. Neben besagter BK5/07 liegen die Kiese in dieser schluffig gebundenen, stark verlehnten Form auch in den Bohrungen BK3/07 und BK4/07 sowie den Schürfgruben vor SG6/07 und SG7/07 vor.

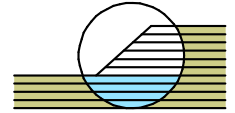
Mitunter findet ein Wechsel in der Fazies der Ablagerungen der Mindeleiszeit von Kiesen zu Sanden statt. Die Sande der Mindeleiszeit sind als schwach schluffige bis schluffige und schwach kiesige bis kiesige Sande zu bezeichnen. In ihrer farblichen Ausbildung kann zwischen einer grauen über graubraunen bis hin zu einer braunen Farbgebung unterschieden werden. Die Schichtmächtigkeiten variieren stark. Bei mitteldichter Lagerung sind die Horizonte der Mindeleiszeit grundsätzlich als Böden mit mäßiger bis guter Tragfähigkeit einzustufen.

### **Obere Süßwassermolasse**

Die Ablagerungen des Tertiärs sind im Untersuchungsgebiet in Form der Oberen Süßwassermolasse (OSM) aufgeschlossen. Sie wurde in sämtlichen Bohrungen BK1-5/07 in einer Tiefenlage zwischen 4,50 m (BK4/07) und 9,70 m u GOK (BK3/07) erbohrt. In den Schürfgruben, die eine maximale Teufe von 4,40 m u GOK (SG3/07) erreichten, wurde die Obere Süßwassermolasse entsprechend der bekannten Tiefenlage aus den Bohrungen nicht erschlossen. Die Schichtmächtigkeiten unterliegen in den einzelnen Bohrungen Schwankungen zwischen 2,50 m (BK1/07) und 0,30 m (BK3/07).

Die farbliche Zusammensetzung des Molasseschluffes reicht von einer grauen bis bunten (gräulich-gelb-blau) Ausprägung. In ihrer granulometrischen Zusammensetzung variieren die Schluffe von (sehr) schwach feinsandig bis stark feinsandig bzw. sandig sowie (schwach) feinkiesig bis (schwach) mittelkiesig. Bisweilen sind auch schwach tonige Partien innerhalb des Schluffes auszumachen.

Über den Molasseschluffen bzw. in deren Horizonte eingelagert, wurden in den Bohrungen BK2/07 bzw. BK4/07 Feinsandlagen (schwach schluffig - schluffig, mittelsandig) angetroffen.



In ihrem farblichen Erscheinungsbild ähneln die Molassesande dem des Molasseschluffes und zeigen Abstufungen zwischen gräulich bis bläulich. Die Feinsandlagen zeigen Schichtmächtigkeiten von jeweils 0,60 m (BK2/07 und BK4/07).

Den beschriebenen Böden sind die folgenden Bodenkenwerte zuzuordnen:

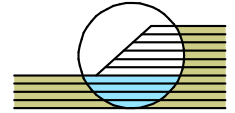
**Tabelle 1:** Bodenmechanische Klassifizierungen

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Bodenklasse DIN 18301	Frostempfindlichkeit ZTVE
Deckschichten: Auffüllung Verwitterungsdecke	A (OH, UL, SW, SU) GW, GU, GU*, UM	1, 2, 3 3, 4	LO, LN, LB LO, LN, LB	F2-F3 F3
Tallehm	GU, GU*, UM	2, 4, 6	LO, LN, LB	
Mindeleiszeit Sande Kiese	SI, SU GI, GU, GU*, GW	3, 4 3, 4	LN, LB LN, LB, S1-S3	F2 F2
Süßwassermolasse OSM Molasseschluff (Schluffstein) Molassesand	UM, UL SI, SE	4, 6 3, 4	LB, FD, FZ LN	F3 F2-F3

**Tabelle 2:** Bodenkenwerte (cal Werte)

	Wichte feucht/ Auftrieb $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel (dräniert) $\phi'$ [°]	Kohäsion (dräniert) $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrännierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllungen	19/9	20-27,5	0-2	20-30	-
Verwitterungslehm	18/8-19/9	22,5-27,5	0-2	-	2-5
Tallehm	18/8-19/10	20-25	0-2	20-50	1-5
Kiese / Sande Mindeleiszeit	21/11-22/12	27,5-35	0-2	40-60 *)	10-30
Obere Süßwassermolasse OSM	21/11-23/13	25-32,5	0-20	80-120	20-50

\*) stark verlehnte Bereiche



Nach Einstufung gemäß DIN 4149:2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten - liegt das Gebiet in der Erdbebenzone **0**, so dass bei der Bemessung keine Erdbebenlasten berücksichtigt werden müssen.

#### **4 Grundwassersituation**

Die Molasse wirkt im Untersuchungsgebiet überwiegend als Grundwasserstauer, da darin gut durchlässige Speichergesteine mit einer ausreichenden Grundwasserführung fehlen. Im Gegensatz dazu wirken die überlagernden Kiese / Sande der Mindelzeit als schichtwasser- / grundwasserführende Schichten, deren Sohle sich beim Übergang zu den im Liegenden anstehenden und geringdurchlässigen Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse befindet. Ebenso können in den Tal- und Verwitterungslehmen mit erhöhtem Grobkorn Schichtwasserabflüsse stattfinden.

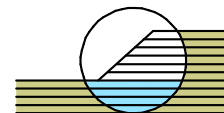
Aufgrund des Bewuchses der derzeit landwirtschaftlich genutzten Grünflächen kann festgestellt werden, dass stellenweise Hangwasser an der Oberfläche in Quellen austritt. Zur Drainage des Hanges sind in Abständen von rund 5 m bis 8 m Tondrängen in einer Tiefe von rund 1,0 m in Hangrichtung verlegt.

In Tabelle 3 sind die bei der Erkundung angetroffenen Grundwasser / Sickerwasserverhältnisse zusammengestellt. Zur weiteren Beobachtung des Wasserregimes wurden die Bohrungen zu 2" (BK2, 4, 5/07) und 4" (BK1, 3/07) Beobachtungspegeln ausgebaut.

Das Grundwasser ist mitunter artesisch gespannt, wie z.B. in BK5/07, wo es von 7,0 m u GOK auf 1,50 m über Geländehöhe ausfließt (Messung am 16.07.07). Wie aus den übrigen Bohrungen hervorgeht, ist das Grundwasser meist in gespannten Verhältnissen anzutreffen, was auf die geringdurchlässigen teilweise stark verlehnten Mindelkiese und die überlagernden Verwitterungs- und Tallehme zurückzuführen ist (BK3/07, SG1-5/07).

Mit Ausnahme der Schürfgruben SG1, 3/07 ist die grundwasserführende Schicht nicht erreicht worden. Hier ist kein bzw. nur Schichtwasserzulauf festgestellt worden, was sich auf wechselnde Durchlässigkeiten zwischen Kiesen und zurückführen lässt.





**Tabelle 3:** Grundwasserverhältnisse

Schurf	Datum	GW angetroffen		GW bei Schurfende		Bemerkungen
		m uGel	m NN	m uGel	m NN	
SG1/07	06.07.07	2,70	544,01	2,70	544,01	Schichtwasserzulauf Hangseitig bei 1,0 m
SG2/07	06.07.07					Schichtwasserzulauf bei 2,5 m
SG3/07	06.07.07	4,10	545,81	4,10	545,81	
SG4/07	06.07.07					Schichtwasserzulauf bei 2,2 m
SG5/07	13.07.07					Kein Wasserzutritt festgestellt
SG6/07	13.07.07					Kein Wasserzutritt festgestellt
SG7/07	13.07.07					Schichtwasserzulauf bei 2,3 m
Bohrung				GW im Pegel		
				m uPOK	m NN	
BK1/07	11.07.07	3,50	549,10	2,80	549,80	
BK2/07	11.07.07	4,50	545,57	3,35	546,72	
BK3/07	12.07.07	5,70	551,93	2,20	555,43	
BK4/07	13.07.07	5,60	543,27	2,92	545,95	
BK5/07	13.07.07	7,00	548,28	-1,50	556,78	Artesisch gespannt, Messung am 16.07.07

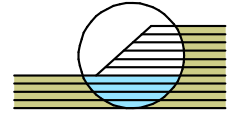
Die Fließrichtung des Grundwassers kann entsprechend der Hangneigung des Untersuchungsgebietes mit Nordost angegeben werden.

#### 4.1 Versickerung von Oberflächenwasser

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand von der Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Aufnahme kann direkt erfolgen oder verzögert über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen der Sickeranlage.

Nach dem ATV-Arbeitsblatt A 138 muß der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen  $k_f = 1 \times 10^{-3}$  und  $1 \times 10^{-6}$  m/s liegen. Der Abstand der Sickeranlage zur Grundwasseroberfläche (mittlerer höchster Grundwasserstand) soll grundsätzlich 1 m nicht unterschreiten.

Aus der Kornverteilung in Anlage 3.4 des Oberbodens in Schurf SG6/07 kann nach Beyer die Durchlässigkeit zu  $k_f = 8,4 \times 10^{-7}$  m/s bestimmt werden. Der Mutterboden ist somit nach DIN



18 130 als gering bis sehr gering durchlässiger Boden einzustufen.

Die wasserstauenden Verwitterungslehme und Tallehme sind zur Versickerung von Oberflächenwasser nicht geeignet. Die Auswertung der Kornverteilungskurven der Verwitterungslehme der Bohrungen BK2, 3/07 nach Beyer ergibt eine Durchlässigkeit von rund  $1,5 \times 10^{-8}$  m/s. Ebenso eignen sich die schluffigen bis stark schluffigen Kiese der Mindeleiszeit nicht zur Versickerung, wie aus den Ergebnissen der Sickerversuche in den Schürfgruben SG2, 4-6/07 hervorgeht (siehe Anlagen 4.2-5).

Lediglich im Schurf SG1/07 (Anlage 4.1) konnte eine Versickerung in den wasserführenden Schichten der Mindelkiese festgestellt werden. Die Auswertung hat einen Durchlässigkeitswert  $k_f = 9,93 \times 10^{-6}$  m/s ergeben. Die Kiesschicht ist nicht vollständig wassererfüllt und reicht ca. 1,0 m über den derzeitigen Grundwasserspiegel. Sie ist zur Versickerung von Oberflächenwasser geeignet. Aufgrund von Grundwasserschwankungen, die in Kiesen > 1,0 m betragen können, ist zeitweilig mit gespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen.

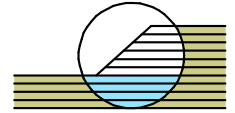
Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Einrichtung lokaler Versickerungsstellen möglich ist.

## **5 Gründung, baubegleitende Maßnahmen**

Im zu erschließenden Baugebiet „Am Ziegelstädele“ in der Gemeinde Gutenzell soll nach dem derzeitigen Kenntnisstand eine konventionelle Wohnbebauung errichtet werden. Im Folgenden wird in allgemeiner Form auf die bau- und geotechnischen Belange eingegangen.

### **5.1 Baugrundsituation**

Die Baugrundsituation ist im ausgewiesenen Bereich durch einen regen Schichtenwechsel bzw. -verlauf gekennzeichnet. Im gesamten Hangbereich stehen oberflächlich die Kiese und Schotter der Mindeleiszeit an. Im Bereich der SG1-5/07 und der BK3/07 werden die Schotter von Verwitterungsschichten (Lehme und untergeordnet Kiese) und Tallehmen überlagert (siehe schraffierte Bereiche Anlage 6.1).



Die Verwitterungsdecke und die Tallehme sind bei einer weichen bis steifen Konsistenz bzw. bei mitteldichter Lagerung bedingt bis mäßig tragfähig. Hier ist mit organischen Beimengungen, Pflanzenresten und anmoorigen Bereichen zu rechnen.

Die Mindelkiese, welche teilweise stark verlehmt sind, bilden einen tragfähigen Baugrund. In Tiefen zwischen 4,5 m und 9,7 m steht die Molasse, bestehend aus Sanden und Schluffen, mit guten Tragfähigkeitseigenschaften an. Wie sich in BK5/07 zeigt, kann die Molasse am Top aufgrund der Durchfeuchtung (Grundwassersohlschicht) aufgeweicht sein.

## **5.2 Kanalbau**

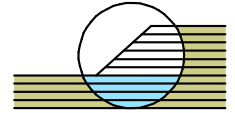
Dem geotechnischen Aufschlussbild zufolge werden, je nach Tiefenlage der Kanäle, die Kanal- und Schachtsohlen in den Mindelkiesschichten zu liegen kommen, welche für den Kanalbau als tragfähig zu bezeichnen sind. Im Bereich der Schürfe SG1-5/07 und der BK3/07 ist damit zu rechnen, dass die Kanäle in den organhaltigen Tallehmen zu liegen kommen. Bei breiiger bis weicher Konsistenz sind diese auszuräumen und werden durch einen Teilbodenaustausch, einem etwa 20 cm starken Bett aus verdichtetem Kiessand auf einem Trennvlies, ersetzt.

Die Gründung der Kanäle kann auf den nachverdichteten Mindelkiesen erfolgen.

Für geringe Kanaltiefen (bis 3 m) können, dort wo es die Platzverhältnisse erlauben, frei geböschte Grabenwände hergestellt werden. Die Böschungsneigung liegt bei 45° im mindestens steifen Verwitterungs- / Tallehm. In breiigen bis weichen Zonen sind Verbaumaßnahmen mit Verbautafeln auszuführen. Bei größeren Verlegetiefen empfiehlt sich der Einsatz großformatiger Verbauplatten oder des Gleitschienenverbaus.

Die in der Aushubzone anfallenden Böden sind gemäß DIN 18300 in die Bodenklassen 3 und 4, breiige Bereiche in Bodenklasse 2, zu stellen (siehe Baugrundprofil Anl. 2.1-3 und erdbautechnische Klassifikation, Frostempfindlichkeit, Kap.3, Tabelle 1).

Für die Wiederverfüllung der Rohrgräben können, entsprechend den Anforderungen der DIN 4033 bzw. DIN EN 1610, im Leitungsbereich gut verdichtbare Bodenstoffe (z.B. Kiessand mit max. 3% Feinkornanteil) verwendet werden. In der Verfüllungszone können auch die Mindelkiese, die aufgrund des Feinkornanteils jedoch frost- und nässeempfindlich sind, verwendet werden. Sie sind nach ZTVE - StB 94, Fassung 1997, „Zusätzliche Technische Vertragsbedin-



gungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ in die Verdichtbarkeitsklasse V2-V3 zu stufen und besitzen, insbesondere bei hohem Feinkornanteil ( $> 15\%$ ) im erdfeuchten Zustand, keine guten Verdichtungs- und Tragfähigkeitseigenschaften. Deshalb ist bei Verwendung dieser Erdstoffe eine Bodenverbesserung mit Kalk bzw. Kalk-Zement (geschätzt 2 – 3 % bezogen auf die Trockendichte; Verhältnis Kalk / Zement 50/50) einzukalkulieren. Dies bedeutet eine gesonderte Vermischung außerhalb des Rohrgrabens. Eine entsprechende Eignungsprüfung ist durchzuführen. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.

Es ist zu verhindern, dass sich der Kanalgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Schicht- und Grundwasser zu einer Längsdrainage ausbildet. Dies kann durch den Einbau von undurchlässigen Querriegeln (Lehmschlag oder Betonriegel) ca. alle 25 - 30 m an Schächten erfolgen.

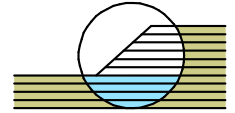
### **5.3 Straßenbau**

Der frostsichere Oberbau der Verkehrsflächen ist entsprechend den Bauklassen der RStO zu ermitteln.

Nach der ZTVE – StB 94, ist bei frostempfindlichem Untergrund auf dem Planum ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Die Verwitterungsschichten Tallehme und stark verlehnte Bereiche der Mindelkiese werden diesen Wert, auch durch Nachverdichtung voraussichtlich nicht erreichen, so dass zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Nach Abschub des Mutterbodens ist zur Erstellung des Erdplanums für den Straßenaufbau entweder ein ca. 30 cm starker trennvliesunterlegter Teilbodenersatzkörper als Untergrundverbesserung aus gut verdichtbarem, nichtbindigem Material (z.B. Kiessand, Schotter, unbelastetes Betonrecycling etc.) einzubauen, oder eine Planumsverbesserung durch das Einfräsen einer Lage (ca. 30 - 40 cm Frästiefe) Kalk-Zement (z.B. Dorosol C50) durchzuführen. Die Zugabemenge ist anhand einer Eignungsprüfung bzw. einem Testfeld festzulegen. Als Anhaltswert für eine Kalkulation sind 3 - 4 % Bindemittelzugabe zu nennen.

Im südöstlichen Bereich und im Bereich der SG5/07 besteht der Hang am Top aus bis über 4,0 m mächtigen Lehmschichten, zum Teil von breiiger bis weicher Konsistenz. Geländemodellierungen durch Einschnitte und Aufschüttungen sind hier für hangparallele Straßenführungen bezüglich ihrer Standsicherheit zu prüfen.



Bei den Mindelkiesen als Gründungssubstrat können für geringe Böschungshöhen von bis zu 2 m, mit der Regelböschungsneigung von 1:1,5 geböscht werden. Die Standsicherheit von Böschungen mit Höhen  $h > 2,0$  m sind im Einzelfall nach DIN 4084 nachzuweisen. Besondere Beachtung ist der Entwässerung von Schichtwasser durch Anordnung eines Drainagekeils am Böschungsfuß zu schenken.

#### **5.4 Gründung Wohnbebauung**

Gemäß der Standortuntersuchung ist eine Bebauung des Baugebietes „Am Ziegelstädele“ durch Wohngebäude möglich. Die Gründung der Gebäude hat in mindestens frostfreier Tiefe ( $t \geq 1,0$  m) auf Einzel- und Streifenfundamenten zu erfolgen.

Für die Gründung der Fundamente in den Mindelkiesen, mit einer Mindesteinbindung von 1,0 m, kann für ein um die Ausmitten reduziertes Fundament ein aufnehmbarer Sohldruck von

$$\text{zul sig} = 180 \text{ kN/m}^2$$

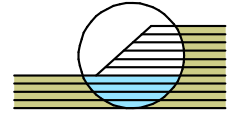
angesetzt werden.

Im südöstlichen Bereich und im Bereich der SG5/07 werden selbst bei Unterkellerung die Fundamente in den Verwitterungs- und Tallehmen zu liegen kommen. Sofern die Konsistenz als mindestens steif u bezeichnen ist, kann ein aufnehmbarer Sohldruck (um die Ausmitten reduziert) von

$$\text{zul sig} = 100 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden. Stehen die Lehme in der Gründungsebene in breiiger bis weicher Konsistenz an (z.B. SG2-3/07), so ist ein trennvliesunterlegter Teilbodenersatzkörper von 1 -1,5 m Mächtigkeit aus verdichtetem Kiessand oder unbelastetem Betonrecyclingmaterial herzustellen. Um die Setzungen auf ein erträgliches Maß von maximal 2,0 cm zu begrenzen, ist der zulässige Sohldruck der Fundamente auf den bereits oben genannten Wert von  $\text{zul sig} = 100 \text{ kN/m}^2$  zu beschränken.

Aufgrund der Nässe- und Frostempfindlichkeit der anstehenden Bodenschichten ist die Gründungssohle gegen Aufweichung zu schützen. Dies sollte durch eine Magerbetonversiegelung in Form einer Sauberkeitsschicht ausgeführt werden.



In Bereichen in denen die Platzverhältnisse es zulassen, können die Baugrubenwände bis zu einer Höhe von 3 m unter 45° in den mindestens steifen Lehmschichten bzw. den Mindelkiesen frei geböscht ausgeführt werden. Aufgrund der Hanglage sind die bergseitigen Böschungen bezüglich ausreichender Böschungsbruchsicherheit (DIN 4084) zu prüfen. Bei breiiger und weicher Konsistenz sind Sicherungsmaßnahmen einzuplanen. Diese können z. B. als Träger-Bohl-Verbau oder als Stützscheiben ausgeführt werden. Bei auftretendem Schichtwasser sind Stützscheiben bzw. ein Einkornanstrich vorzusehen. Die Baugrubenwände sind während der gesamten Bauzeit vor Austrocknung und Erosion z.B. durch Abdecken mit Folien zu schützen.

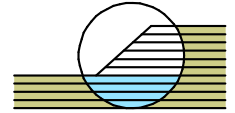
### **5.5 Grundwasser- und Gebäudeschutz**

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4 „Grundwassersituation“ ist das geplante Baugebiet lokal für eine Regenwasserversickerung geeignet. Dies folgt aus der relativ geringen Mächtigkeit der versickerungsfähigen Schicht oberhalb des Grundwasserspiegels im Bereich der SG1/07.

Während der Bauphase wird sich die Wasserhaltung in Gräben und Baugruben auf das Abpumpen von eindringendem Oberflächen- und Schichtwasser beschränken. Dies kann über eine offene Wasserhaltung mit Schmutzwasserpumpe in der Baugrube erfolgen.

Nachdem sich einsickerndes Wasser, aufgrund der vorwiegend gering durchlässigen Eigenschaften der bindigen Böden, aufstaut („Wanneneffekt“), sind für den Endzustand die in das Erdreich einbindenden Bauteile mit einer Ring- und Flächendränage mit gesichertem Vorflutanschluss (behördliche Genehmigung vorausgesetzt) gemäß DIN 4095 zu versehen. Wird eine Genehmigung nicht erteilt oder fehlt die gesicherte Vorflut, so sind Bauwerke bzw. Bauteile, die in den Untergrund einbinden, wasserdicht und auftriebssicher, z.B. aus rissicherem Stahlbeton (Weiße Wanne), herzustellen. Die Abdichtung der Bauwerke ist entsprechend DIN 18195 vorzunehmen.

Werden beim Anlegen der Verkehrswege wasserführende Schichten im Böschungsbereich angeschnitten, so ist eine gezielte Abführung durch Einbau eines Drainagekörpers und Drainageleitungen vorzusehen.



## 5.6 Zusammenfassung

Das Baugelände wird von teils oberflächennah anstehenden und von teils verdeckten (Verwitterungs- und Tallehm) Mindelkiesen gebildet. Die Mindelkiese werden zur Tiefe von der Oberen Süßwassermolasse, welche gleichzeitig die Grundwassersohlschicht darstellt, unterlagert.

Der Kanal- und Straßenbau sowie die Gründung von Wohnbebauung können mit relativ geringem zusätzlichem Aufwand (Teilbodenaustausch in Bereichen der weichen Verwitterungs- und Tallehme) herkömmlich ausgeführt werden. Die Notwendigkeit von Tiefgründungsmaßnahmen ist nicht zu erkennen.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Mindelkiese und der Tallehme, sowie der Grundwassersituation ist eine Versickerung von Oberflächenwasser allenfalls lokal (Bereich SG1/07) möglich.

Für den Bau von Einzelobjekten wird die Durchführung von ergänzenden geotechnischen Untersuchungen empfohlen.

Sachbearbeiter (Geologie) Dipl.-Geol. M. Winkler  
(Bautechnik) Dr.-Ing. P. Beutinger

Dr.-Ing. G. Ulrich  
(Institutsleiter)